

**PLANTAS MEDICINAIS BRASILEIRAS COM POTENCIAL ANTIMICROBIANO:
ÓLEOS E EXTRATOS DE ANDIROBA (*CARAPA GUIANENSIS*), COPAÍBA
(*COPAIFERA SPP.*) E FLOR-DE-SEDA (*CALOTROPIS PROCERA*)**

BRAZILIAN MEDICINAL PLANTS WITH ANTIMICROBIAL POTENTIAL: OILS
AND EXTRACTS OF ANDIROBA (*CARAPA GUIANENSIS*), COPAÍBA (*COPAIFERA*
SPP.) AND GIANT MILKWEED (*CALOTROPIS PROCERA*).

PLANTAS MEDICINALES BRASILEÑAS CON POTENCIAL ANTIMICROBIANO:
ACEITES Y EXTRACTOS DE ANDIROBA (*CARAPA GUIANENSIS*), COPAÍBA
(*COPAIFERA SPP.*) Y FLOR- DE-SEDA (*CALOTROPIS PROCERA*).

Maura Juliana da Gama Lima¹
Lindalva Maria de Meneses Costa Ferreira²
Alana Coêlho Maciel³
Ana Caroline Pereira da Silva⁴
Luana Rocha de Sousa⁵
Anderson Martins de Souza Brás⁶
Renan Campos e Silva⁷
Hellen Kempfer Philippsen⁸

RESUMO: Esse artigo buscou analisar os óleos e extratos vegetais de andiroba (*Carapa guianensis*), copaíba (*Copaifera spp.*) e flor-de-seda (*Calotropis procera*), os quais constituem fontes ricas de compostos químicos com potencial terapêutico para diversas doenças. Esses óleos apresentam bioativos com propriedades fitoterápicas utilizadas há milênios na medicina popular e indígena. Nesse contexto, esta revisão narrativa teve como objetivo investigar as principais características botânicas dessas espécies, o perfil químico de seus óleos e extratos, além de sua atividade antimicrobiana. A metodologia empregada consistiu em uma análise bibliográfica realizada em bases de dados científicas, selecionando-se os artigos publicados nos últimos 20 anos e considerados relevantes ao tema proposto. Os resultados da revisão demonstraram um potencial promissor dos óleos e extratos das plantas medicinais de *Carapa guianensis*, *Copaifera spp.* e *Calotropis procera* para a inibição antimicrobiana de diversos patógenos que afetam tanto a saúde humana quanto a animal, principalmente para bactérias gram-positivas. Desse modo, tais óleos e extratos são considerados como alternativas sustentáveis promissoras para aplicação de compostos fitoterápicos nas indústrias farmacêutica e cosmética.

Palavras-chave: Antimicrobianos. Óleos essenciais. Extratos.

¹Bacharel em Ciências Biológicas, mestranda no Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia Aplicada a Bioinformática da Universidade Federal Rural da Amazônia.

²Doutora em Inovação Farmacêutica pela Universidade Federal do Pará, Universidade Federal do Pará, Belém, Pará, Brasil.

³Doutora em Ciência e Tecnologia de Alimentos pela Universidade Federal do Pará Ministério da Saúde.

⁴Mestre Em Ciência e Tecnologia de Alimentos pela Universidade Federal do Pará.

⁵Graduanda Na Universidade Federal Rural da Amazônia, Orcid: 0009-0008-4915-7777.

⁶Docente da Universidade Federal Rural da Amazônia, Doutor em Geologia e Geoquímica.

⁷Mestrado em química, Universidade federal do Pará, Belém, Pará, Brasil.

⁸Docente da Universidade Federal Rural da Amazônia, Doutora em Biotecnologia.

ABSTRACT: This article sought to analyze the vegetable oils and extracts of andiroba (*Carapa guianensis*), copaiba (*Copaifera* spp.), and Giant milkweed (*Calotropis procera*), which constitute rich sources of chemical compounds with therapeutic potential for various diseases. These oils contain bioactive compounds with phytotherapeutic properties that have been used for millennia in popular and indigenous medicine. In this context, this narrative review aimed to investigate the main botanical characteristics of these species, the chemical profile of their oils and extracts, and their antimicrobial activity. The methodology employed consisted of a bibliographic analysis carried out in scientific databases, selecting articles published over the last 20 years and considered relevant to the proposed topic. The results of the review demonstrated a promising potential of the oils and extracts of the medicinal plants *Carapa guianensis*, *Copaifera* spp., and *Calotropis procera* for the antimicrobial inhibition of various pathogens that affect both human and animal health, especially Gram-positive bacteria. Thus, these oils and extracts are considered promising sustainable alternatives for the application of phytotherapeutic compounds in the pharmaceutical and cosmetic industries

Keywords: Antimicrobials. Essential oils extracts.

RESUMEN: Este artículo tuvo como objetivo analizar los aceites y extractos vegetales de andiroba (*Carapa guianensis*), copaíba (*Copaifera* spp.) y flor de seda (*Calotropis procera*), los cuales constituyen fuentes ricas de compuestos químicos con potencial terapéutico para diversas enfermedades. Dichos aceites presentan compuestos bioactivos con propiedades fitoterapéuticas utilizadas desde hace milenios en la medicina popular e indígena. En este contexto, la presente revisión narrativa tuvo como finalidad investigar las principales características botánicas de estas especies, el perfil químico de sus aceites y extractos, así como su actividad antimicrobiana. La metodología empleada consistió en un análisis bibliográfico realizado en bases de datos científicas, mediante la selección de artículos publicados en los últimos 20 años y considerados relevantes para el tema propuesto. Los resultados de la revisión evidenciaron un potencial promisorio de los aceites y extractos de las plantas medicinales *Carapa guianensis*, *Copaifera* spp. y *Calotropis procera* en la inhibición antimicrobiana de diversos patógenos que afectan tanto la salud humana como la animal, principalmente bacterias Gram positivas. De este modo, dichos aceites y extractos se consideran alternativas sostenibles prometedoras para la aplicación de compuestos fitoterapéuticos en las industrias farmacéutica y cosmética.

Palabras clave: Antimicrobianos. Aceites esenciales. Extractos.

INTRODUÇÃO

Os óleos essenciais (OEs) são voláteis, odoríferos e imiscíveis, ou pouco miscíveis em água, e atuam em funções biológicas importantes à sobrevivência das plantas relacionadas aos mecanismos de defesa, como a proteção contra excesso de radiação ultravioleta, microrganismos, insetos e animais (Costa et al., 2015; Millezzi et al., 2016; Reis et al., 2020). Devido às suas propriedades bioativas, têm sido usados desde a antiguidade em diversas

culturas, particularmente nas indústrias alimentícia, farmacêutica e cosmética (Saffarian et al., 2024).

Desse modo, a fitoterapia é uma forma de controle de agentes etiológicos através da utilização dos metabólitos secundários produzidos pelas plantas. Estima-se que cerca de 30% das drogas prescritas no mundo são obtidas direta ou indiretamente de plantas (Maia; Donato; Fraga, 2015). No Brasil, a implementação da fitoterapia no SUS representa, além da incorporação de mais uma terapêutica ao arsenal de possibilidades de tratamento à disposição dos profissionais de saúde, o resgate de uma prática milenar, na qual se integram o conhecimento científico e o conhecimento popular e seus diferentes entendimentos sobre o adoecimento e as formas de tratá-lo (Figueiredo; Gurgel, 2014).

Com isso, a indústria de fitoterápicos é um setor em franco desenvolvimento no mundo e pode representar uma oportunidade de crescimento para o setor farmacêutico no Brasil. Esta oportunidade é relevante não só pela riqueza de nossa dotação natural em biodiversidade, mas também pelo conhecimento tradicional e científico acumulado sobre a atividade biológica dessas plantas pela sociedade civil e pelas instituições de ciência e tecnologia (Alves, 2013; Hasenclever, 2017).

A investigação das propriedades antibacterianas dos OEs está se tornando cada vez mais importante, visto que formas de bactérias resistentes a antibióticos representam um sério perigo para a saúde humana e animal, tornando tratamentos farmacológicos alternativos úteis no combate a doenças causadas por patógenos (Lupia et al., 2024). Desse modo, evidencia-se a busca por antimicrobianos de origem natural, que apresentem atividade sobre amplo espectro de microrganismos e possam ser usados como alternativa aos antibióticos convencionais, o que tem despertado o interesse da comunidade científica, sobretudo em relação às moléculas de origem vegetal, já que as plantas possuem grande potencial para sintetizar substâncias químicas com estruturas diversificadas (Deus et al., 2011; Rodrigues et al., 1997).

Dentre os OEs destacam-se o óleo de *Carapa guianensis* no qual diversos estudos identificaram que as sementes são ricas em limonoides, que conferem uma variedade de atividades biológicas, como efeitos antimaláricos, antialérgicos, anti-inflamatórios e antioxidantes, conferindo propriedades terapêuticas e medicinais (Ferreira et al., 2022). A oleorresina de *Copaifera spp* é utilizado por via tópica e oral por povos nativos da Amazônia brasileira para diversos fins terapêuticos, como anti-inflamatório, contraceptivo, antitumoral, antisséptico, anti-helmíntico e para tratamento de dores, infecções na pele, mucosas e doenças

respiratórias e urinárias, cistite, sífilis, gonorreia, entre outras (da Trindade et al., 2018; Leandro LM et al., 2012; Maurmann et al., 2022).

Ademais, *Calotropis procera* têm sido usadas como fitoterápicos em muitas enfermidades na medicina Oriental, como analgésicos, anti-inflamatórios, agentes purgativos, anti-helmínticos, antimicrobianos, larvicidas, nematicidas, anticancerígenos, no tratamento das úlceras gástricas, nas doenças hepáticas e como antídoto de envenenamento por serpentes (Belfort et al., 2022). Quando a *Calotropis procera* é cortada ou quebrada, todas as partes da planta exsudam látex branco, que atua como defesa contra fungos, insetos e vírus (Abo-Elyousr; Ali; Sallam, 2023; Deepak, 1995), além de sua propriedade antioxidante e antidiabético (Belfort et al., 2022; Roy et al., 2005).

Diante disso, com o grande potencial dos óleos e extratos de *Carapa guianensis*, *Copaifera spp.* e *Calotropis procera* como fitoterápicos, o presente artigo tem como objetivo relatar por meio de uma revisão narrativa os aspectos relacionados à botânica, composição e especialmente a propriedade antimicrobiana dos óleos e extratos.

MÉTODOS

Este estudo consiste em uma revisão de literatura narrativa descritiva com foco nas características botânicas, propriedades químicas e antimicrobianas dos óleos de *Carapa guianensis*, *Copaifera spp.* e *Calotropis procera*. Desse modo, foram consultadas as bases de dados como PubMed, Scopus, SciELO, Google Scholar e Periódicos Capes, utilizando palavras-chaves em português e inglês, tais como: “*Carapa guianensis*”, “*Copaifera spp.*”, “*Calotropis procera*”, “*Carapa guianensis oil*”, “*copaiba oil*”, “*Calotropis procera oil*”, “*antimicrobial activity*”, “*chemical composition of copaiba*”, “*chemical composition of andiroba*”, “*chemical composition of Calotropis procera*”.

Os artigos analisados foram aqueles publicados nos últimos 20 anos que relatam sobre os aspectos botânicos das espécies, a análise da composição química e a atividade antimicrobiana de óleos ou extratos de *Carapa guianensis*, *Copaifera spp.* e *Calotropis procera*, em ensaios *in vitro* e *in vivo*, e revisões bibliográficas. Consideraram-se publicações em português e inglês, disponíveis em texto completo, em especial de acesso aberto. De modo que foram excluídos trabalhos que não abordassem atividade antimicrobiana e caracterização química e botânica, além de estudos duplicados entre bases e produções sem acesso ao conteúdo integral.

A seleção dos estudos foi realizada em duas etapas: (i) A leitura de títulos e resumos e, em seguida, análise completa e fichamento dos estudos. (ii) Os dados foram organizados e analisados criteriosamente de modo que as informações incluíssem a espécie avaliada, método de caracterização química, o tipo de óleo ou extrato utilizado, os microrganismos testados, e os principais resultados obtidos.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Carapa guianensis

Carapa guianensis Aublet (*Carapa guianensis*) é uma árvore da família Meliaceae, seu nome popular é de origem tupi (ãndi'roba) e significa óleo amargo (Henriques; Penido, 2014; Lira et al., 2019; Nascimento et al., 2019). Encontrada na região Norte do país, principalmente na Amazônia (Tappin et al., 2008; Silva, 2018). Ocorre também no sul da América Central, Colômbia, Venezuela, Suriname, Guiana Francesa, Peru, Paraguai e nas ilhas do Caribe e África tropical, preferencialmente em várzeas e faixas alagáveis ao longo dos cursos d'água, além de vertentes de colinas, em solos bem drenados (Souza et al., 2006).

No Brasil existe uma grande diversidade de nomes usados para se referir a árvore de *Carapa guianensis*, entre muitos, os mais conhecidos são aborida, aldirova; andiroba; andiroba-aruda; andiroba-branca; andiroba-do-igapó; andiroba-lisa; andiboba-sauda; andirova; angirova; carapaça; carapinha, camaçari; caropá; comaçari; gendiroba; saruda; genidiroba; landirova; mandiroba; Nandirova; penaíba; purga-de-santo-antônio e purga-de-santo-inácio (Ribeiro et al., 2021; Rei; Santos, 2023).

Caracterização botânica de *Carapa guianensis*

A *Carapa guianensis* possui boas características silviculturais, possui porte mediano, com alturas variando de 20 cm a 30 m e diâmetro de 50 cm a 120 cm. O fuste é reto, cilíndrico e possui sapopemas na base. A casca é grossa e amarga e desprende-se em placas. As folhas são compostas, de 80 cm a 110 cm de comprimento, com 12 a 18 folíolos em tom verde-escuro e forma oval-oblonga e extremidade apical curta, textura macia, superfície plana e margens completas, medindo de 15 cm a 30 cm de comprimento. A inflorescência é uma panícula axilar, principalmente na extremidade dos galhos, medindo cerca de 30 cm de comprimento. As flores são subsésseis, glabras, subglobosas de cor creme. O fruto é uma cápsula globosa a subglobosa, deiscente de quatro valvas que se separam quando caem ao solo. Nesse momento, liberam de

quatro a doze sementes, que pesam em média 21 g (Lorenzi, 2002; Souza et al., 2006; Revilla, 2001). Floresce duas vezes ao ano, em agosto-setembro e janeiro-fevereiro. Os frutos amadurecem em junho-julho e fevereiro-março (Lorenzi, 2002; Souza et al., 2006).

As sementes são utilizadas para produzir um óleo utilizado como cosmético e fitoterápico. Para os amazônicos, o óleo ou “azeite de andiroba” é usado principalmente contra pancadas, como anti-inflamatório e contra dores de garganta. Pode ser usado também como matéria-prima para fabricação de repelentes a insetos (Abreu et al., 2014; Neves et al., 2004).

O sabor amargo de *Carapa guianensis*, o qual está presente em todas as suas partes é devido à presença de grupos químicos denominados limonoides, tetranortriterpenoides ou meliacinas, esses compostos são responsáveis pelos efeitos inseticidas, produzidos pelas plantas como mecanismo de defesa contra insetos fitófagos (Lira et al., 2019; Senhorini et al., 2012).

Composição química do óleo e extrato de *Carapa guianensis*

Os parâmetros físico-químicos do óleo da semente de *Carapa guianensis* evidenciam os indicativos de qualidade e estabilidade sendo visualizados na tabela 1. O óleo e extrato de *Carapa guianensis* é composto principalmente por derivados de ácidos graxos saponificáveis, especialmente os ácidos oleico, palmítico, esteárico e linoleico, (tabela 2) além de diversas vitaminas e minerais, além de 5% de material insaponificável, incluindo diversos metabólitos tetranortriterpenoides conhecidos como limonoides (tabela 3) (Silva et al., 2013).

6

Tabela 1 - Caracterização físico-químicas do óleo extraído da semente de *Carapa guianensis*

Classe de parâmetro	Parâmetro avaliado	Resultado	Unidade
Qualidade lipídica	Ácidos graxos livres	2,43	%
Qualidade lipídica	Índice de acidez	3,89	mg NaOH/g
Estabilidade oxidativa	Índice de peróxidos	1,96	meq/1000 g
Caracterização lipídica	Índice de saponificação	238,84	mg KOH/g
Grau de insaturação	Índice de iodo	89,77	g I ₂ /100 g
Propriedade físico-química	pH	4,45	—
Compostos bioativos	Polifenóis extraíveis totais	114,95	mg/100 g

Fonte: Adaptado de Silva (2018).

Tabela 2 - Principais ácidos graxos presentes no óleo e extrato de *Carapa guianensis*, conforme descrito na literatura

Ácidos graxos predominantes	Teor (%)	Referência
Oleico, palmítico, linoleico, esteárico	Oleico (42,71); palmítico (31,02); linoleico (12,93); esteárico (10,53)	Silva (2018)
Oleico, palmítico, linoleico	Oleico (39,13); palmítico (33,22); linoleico (16,86)	Melo et al. (2018)
Oleico, palmítico, linoleico, esteárico	Identificados*	Oliveira et al. (2018)
Oleico, palmítico	oleico (41,92 - 55,23); palmítico (32,21-37,95)	Milhomem-Paixão et al. (2016)

Fonte: Lima; Ferreira; Philippsen (2026).

Tabela 3 - Outros constituintes químicos relevantes no óleo e extrato de *Carapa guianensis*, conforme descrito na literatura

Classe química	Principais compostos	Referência
Monoacilgliceróis	Monopalmitina; Monooleína	Melo et al. (2018)
Esteroides	α -sitostero; Estigmasterol; Deoxy-cericea-lactone	Melo et al. (2018); Milhomem-Paixão et al. (2016)
Limonoides	Andirobina; Carapaninas; Gedunina, 7-desacetoxi-7-hidroxigedunina; Desacetildiidrogedunina; Desoxigedunina; 11 β -hidroxigedunina; 17-glicolidesoxigedunina; 6 α -acetoxigedunina; 6 α ,11 β -diacetoxigedunina	Melo et al. (2018); Milhomem-Paixão et al. (2016); Oliveira et al. (2018); Kikuchi et al. (2020); Reis; Santos (2024)
Compostos fenólicos	Fenólicos totais	Novello et al. (2015)
Triterpeno	Epoxigedunina; Deacetilgedunina	Milhomem-Paixão et al. (2016);

Fonte: Lima; Ferreira; Philippsen (2026).

A presença de ácidos graxos no óleo e extrato de *Carapa guianensis* é relevante para suas atividades antioxidantes, com potencial para proteger os sistemas biológicos contra a ação de

espécies reativas de oxigênio (ERO) (Dias, 2023). Além disso, o ácido linoleico, presente no óleo, contribui para a redução dos níveis de colesterol e da pressão arterial, sendo também benéfico na prevenção do câncer. O óleo de *Carapa guianensis* contém ainda meliacinas, um grupo de compostos responsáveis por seu sabor amargo e por atividades antimaláricas e antiparasitárias (Milhomem-paixão et al., 2016). Análises químicas atribuíram ao óleo e extrato de *Carapa guianensis* propriedades anti-inflamatórias, antiparasitárias e repelentes de insetos, relacionadas à presença de limonoides (Henriques e Penido, 2014; Silva et al., 2013).

Atividade antimicrobiana do óleo de *Carapa guianensis*.

O óleo extraído de *Carapa guianensis*, ao longo da história do Amazonas, teve uma importante participação na economia regional e continua sendo muito apreciado, em especial na medicina popular, devido às suas propriedades químicas (Alves et al., 2015). Desse modo, tem sido usado no tratamento de infecções do trato respiratório superior, dermatites, lesões cutâneas, lesões cutâneas secundárias, úlceras, escoriações, reumatismo e como relaxante muscular (Barros et al., 2012; Henriques; Penido, 2014; Ferreira Rodrigues Sarquis et al., 2019; Penido et al., 2005; Nayak et al., 2011; Soares et al., 2021).

O uso tradicional de seu óleo (extraído das sementes) é relatado para tratamento tópico de processos inflamatórios e infecciosos, como repelente e também para cicatrização de feridas. O efeito farmacológico do óleo de *Carapa guianensis* é atribuído à presença de limonoides da classe das geduninas (Fernandes et al., 2022). A ação antimicrobiana do óleo e também do extrato de *Carapa guianensis* pode ser visualizada na Tabela 4.

Tabela 4 - Propriedades antimicrobiana presente em óleo essencial e extrato de *Carapa guianensis*.

Material / Formulação	Microrganismos	Principais Resultados	Referências
Óleo puro de <i>Carapa guianensis</i> ; e óleo de <i>Carapa guianensis</i> combinado com óleo de <i>Cymbopogon</i> spp.	<i>Escherichia coli</i> ; <i>Staphylococcus aureus</i>	Óleo puro não apresentou atividade inibitória; combinação com óleo de <i>Cymbopogon</i> spp. mostrou efeito sinérgico.	Monteiro (2017)
Membrana de quitosana incorporada com óleo de <i>Carapa guianensis</i> (0,1%–0,5%)	<i>Escherichia coli</i>	Apresentou efeito sinérgico e maior eficácia inibitória.	Costa et al. (2023)
Óleo de <i>Carapa guianensis</i>	<i>Listeria monocytogenes</i> ; <i>Enterococcus faecalis</i> ; <i>Staphylococcus aureus</i> (bactérias resistentes à	Ação antimicrobiana contra bactérias resistentes e fungos; Além de capacidade cicatrizante associada aos ácidos graxos	Batista (2024)

	metilina); <i>Aspergillus fumigatus</i> (fungo)	
Extratos de folha e de fruto seco de <i>Carapa guianensis</i>	<i>Escherichia coli</i> ; <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Extratos de fruto seco apresentaram atividade inibitória contra ambas as bactérias; extratos de folha sem eficácia contra <i>Pseudomonas aeruginosa</i> . Nunes et al. (2025a)
Óleos de <i>Carapa guianensis</i> e <i>Carapa procera</i> obtidos por soxhlet, ultrassom e método estático (extratos etanólicos)	<i>Candida albicans</i> ; <i>Candida glabrata</i> ; <i>Candida tropicalis</i>	Extratos etanólicos obtidos por ultrassom apresentaram forte atividade antifúngica contra <i>Candida glabrata</i> e <i>Candida albicans</i> . Nunes et al. (2025b)

Fonte: Lima; Ferreira; Philippsen (2026).

A ação antimicrobiana do óleo e extrato de *Carapa guianensis* pode estar relacionado à presença de ácidos graxos insaturados na composição, os quais interagem com a membrana bacteriana e com enzimas envolvidas na biossíntese de lipídios essenciais, causando alterações na formação e na integridade estrutural da membrana bacteriana, principalmente contra bactérias Gram-positivas (Costa, 2023).

Gênero *Copaifera*

9

As árvores do gênero *Copaifera*, pertencente à família *Fabaceae* e subfamília *Caesalpinoideae*. O gênero foi descrito pela primeira vez por Marcgraf e Piso em 1638, que empregaram o nome “Copaíba” sem designar a espécie (Dwyer, 1951; Trindade, 2018).

Existem mais de 70 espécies de *Copaifera* distribuídas pelo mundo, com ampla ocorrência na América Central e do Sul; há também quatro espécies encontradas na África e uma espécie encontrada na ilha de Bornéu, situada no Oceano Pacífico. O Brasil é o país com maior biodiversidade de *Copaifera*, com 26 espécies e 8 variedades (Trindade, 2018) encontradas nas regiões Sudeste, Centro-Oeste e Amazônica (Pieri, 2009).

Entre as espécies mais abundantes no Brasil e América do Sul estão a *Copaifera officinalis* L. (Norte do Amazonas, Roraima, Colômbia e Venezuela), a *Copaifera guianensis* (Guianas), *Copaifera reticulata* Ducke, *Copaifera multijuga* Hayne (Amazônia), *Copaifera confertiflora* (Piauí), *Copaifera langsdorffii* (Brasil, Argentina e Paraguai), *Copaifera caribaea* (Bahia) e *Copaifera cearensis* Huber ex Ducke (Ceará) (Mors & Rizzini, 1966, Pieri, 2009; Wood et al., 1940).

A origem do nome popular “copaíba” a relatos históricos que vem do tupi cupa-yba, a árvore de depósito, ou que tem jazida, em alusão clara ao óleo que guarda em seu interior. Chamado de copaíba ou copahu pelos indígenas (do tupi: Kupa'iwa e Kupa'ü, respectivamente) (Veiga; Pinto, 2002).

Possuem diversos nomes populares dentre eles: Bálsamo-de-copaíba, copaíba, copaíba-angelim, copaíba-branca, copaíba-do-iguapó, copaíba-jacaré, copaíba-jutaí, copaíba-rosa, copaíba-verdadeira, capaiarana, copaúba, mari-mari, óleo-vermelho, pau-de-óleo (Bertolucci et al., 2008; Flora do Brasil, 2017).

Caracterização botânica de *Copaifera spp.*

As árvores de *Copaifera spp.* são semidecídua, caracterizada por alcançar alturas entre 5 a 35 metros e diâmetros à altura do peito oscilando entre 20 a 60 centímetros, embora, em estágio adulto e sob condições específicas na floresta pluvial, possa atingir notáveis 35 metros de altura e 100 centímetros de diâmetros à altura do peito (Carvalho, 2014; Braga et al., 2022; Silva, 2024). As flores são zigomorfas e apétalas, apresentando quatro sépalas livres, a corola das flores varia de branco-amarelado a creme-rosado. São dotadas de perfume, as flores são efêmeras e dispostas em panículas terminais que abrangem quase a totalidade da copa da árvore, alcançando até 10 centímetros de comprimento e contendo de 5 a 35 flores por inflorescência (Silva, 2024).

10

A floração e frutificação das *Copaifera spp.* ocorrem a partir dos 5 anos de idade, em plantios. A floração ocorre entre outubro e julho e a frutificação entre junho e outubro, com variações dentro destes intervalos, dependendo da região e clima, com ausência de florescimento anual, em algumas regiões (Veiga; Pinto, 2002)

O óleo de *Copaifera spp.* é encontrado em canais secretores localizados em todas as partes da árvore. Estes canais são formados pela dilatação de espaços intercelulares (meatos) que se intercomunicam no meristema, chamados de canais esquizógenos. O caráter mais saliente deste aparelho secretor está no tronco, onde os canais longitudinais, distribuídos em faixas concêntricas, nas camadas de crescimento demarcadas pelo parênquima terminal, reúnem-se com um traçado irregular, em camadas lenhosas, muitas vezes sem se comunicarem (Veiga; Pinto, 2002). As espécies *Copaifera langsdorffii*, *Copaifera officinalis* e *Copaifera reticulada* são as árvores que produzem as oleorresinas mais valorizados financeiramente, em função do fato de apresentarem altas concentrações dos compostos supracitados, em sua composição (Da Trindade; Da Silva; Setzer, 2020; Lima et al., 2021).

Segundo a Embrapa, a espécie *Copaifera reticulata* é uma árvore que atinge de 30 a 40 metros de altura, podendo apresentar discretas sapopemas e ritidoma estriado, de coloração cinza-rosada. As folhas possuem de 4 a 6 pares de folíolos, com pecíolo e raque pubescentes ou glabrescentes. As inflorescências medem de 6 a 15 cm de comprimento. As flores são subsésseis, com sépalas glabras ou glabrescentes na face externa. Os frutos são obovados a suborbiculares, podendo ser oblíquos, lateralmente comprimidos, com base falcada ou subfalcada e ápice arredondado. As sementes apresentam arilo de coloração amarelo-alaranjada (Martins-da-Silva et al., 2008).

A espécie *Copaifera langsdorffii* apresenta porte arbóreo, variando de 3 a 15 metros de altura. As inflorescências ocorrem em panículas, com comprimento inferior ao das folhas subjacentes, podendo atingir até o dobro desse tamanho, raramente chegando a três vezes mais, medindo de 3 a 11 cm de comprimento. O pedúnculo pode ser glabro, pubérulo, pubescente ou tomentoso-hirsuto. As flores são sésseis, com a face externa glabra ou pubescente, e a face interna tomentosa, hirsuta ou glabra. O fruto é um legume, com margens glabras ou esparsamente pubescentes. As sementes são orbiculares ou oblongas, com arilo de coloração amarela, laranja ou vermelha. No caule, os elementos secretores localizam-se próximos ao xilema, organizados concentricamente em cada anel cambial, sendo rompidos quando o tronco é perfurado, o que provoca o extravasamento do óleo-resina (Costa, 2007; Nascimento, 2010).

11

A espécie *Copaifera officinalis*. possui altura que varia de 10 a 40 metros, copa ampla que costuma atingir entre 20 e 25 metros, com folhagem densa e constituída de folhas compostas pinadas, alternas com folíolos coriáceos de 3-6 cm de comprimento. O tronco é áspero, de coloração escura, medindo de 0,4 a 4 metros de diâmetro; podendo viver até 400 anos (SEMMA, 2025).

Composição química da oleorresina de *Copaifera* spp.

Os principais compostos das oleorresinas encontrados nas espécies do gênero *Copaifera* são basicamente sesquiterpenos como β -cariofileno, α -copaeno, β -elemeno, α -humuleno e germacreno, e os diterpenos, caracterizados principalmente pelo ácido caurenoico, ácido polilático e ácido copálico (Albuquerque et al., 2017; Cavalcante et al., 2017; Da Trindade; Da Silva; Setzer, 2020; Lima et al., 2020; Lima et al., 2021). Os sesquiterpenos são os principais componentes encontrados no óleo de copaíba, podendo representar mais de 90% de sua composição. A composição química deste óleo pode variar entre as espécies do gênero

Copaifera e esta variação geralmente está associada ao clima, solo e área de colheita (Rodrigues et al., 2018).

Na tabela 5 observam-se os padrões físico-químicos presentes na oleorresina de *Copaifera spp*; na tabela 6 contém os principais sesquiterpenos e na tabela 7 verifica-se os diterpenos presente na oleorresina, conforme descrito na literatura.

Tabela 5 - Caracterização físico-químicas da oleorresina de *Copaifera spp*.

Classe de parâmetro	Parâmetro avaliado	Resultado	Classe de parâmetro
Propriedade física	Densidade	0,8925 g/cm ³	Propriedade física
Qualidade química	Índice de acidez	0,5	Qualidade química
Caracterização lipídica	Índice de saponificação	0,9	Caracterização lipídica
Caracterização química	Índice de acetila	10,6	Caracterização química
Grau de insaturação	Índice de iodo	147,2	Grau de insaturação

Fonte: Mendonça e Onofre (2009) *apud* Sebrae/Suframa/MMA (1998).

Tabela 6 - Principais sesquiterpenos identificados no óleo, oleorresina e extratos de *Copaifera spp*.

Espécie / material analisado	Sesquiterpenos predominantes (% ou destaque)	Observações	Referências
Óleo de <i>Copaifera spp</i> .	β -cariofileno (46,1–47,0%), α -copaeno (7,9–18,7%), α -humuleno (5,4–5,6%), β -bisaboleno (5,9–6,1%), cadineno (6,0–6,2%), α -cubeno (2,9–3,2%)	Perfil clássico rico em sesquiterpenos	Soares Maia et al. (1978); Cascon e Gilbert (2000); Mendonça e Onofre (2009)
Óleo de <i>Copaifera spp</i> .	β -cariofileno (48,29%), α -guaienol (11,58%), β -bisaboleno (5,27%), α -copaeno (5,01%); minoritários: epi- β -santaleno, β -copaeno, α -cadineno	β -cariofileno	Rodrigues et al. (2020)
Folhas de <i>Copaifera langsdorffii</i>	Germacreno D, óxido de espatulenol	Composição influenciada pela sazonalidade e horário de coleta	Almeida et al. (2016); Arruda et al. (2019)
Oleorresina de <i>Copaifera officinalis</i>	Copaeno, β -cariofileno, humuleno, trans- α -bergamoteno, germacreno B, β -bisaboleno, germacreno D	Sesquiterpenos representam ~97% dos constituintes	Acácio (2023)

Fonte: Lima; Ferreira; Philippsen (2026).

Tabela 7 - Principais diterpenos identificados no óleo, oleorresina e extratos de *Copaifera spp.*

Espécie / material analisado	Diterpenos predominantes (% ou destaque)	Observações	Referência
Óleo de <i>Copaifera spp.</i>	Ácido poliáltico: <i>Copaifera officinalis</i> (11,0%) e <i>Copaifera lucens</i> (70,0%); Ácido hardwickiico: <i>Copaifera langsdorffii</i> , <i>Copaifera cearensis</i> e <i>Copaifera reticulata</i>	Elevada variação interespecífica	Lima et al. (2020)
Óleo-resina de <i>Copaifera officinalis</i>	Kolavelool, colavenato de metila e ácido hardwickiico	Diterpenos representam ~3% da composição total	Acácio (2023)

Fonte: Lima; Ferreira; Philippsen (2026).

Desse modo, a oleorresina é particularmente rica em sesquiterpenos e diterpenos os quais contribuem significativamente para suas atividades anti-inflamatória, analgésica e antimicrobiana. Além disso, os triterpenos presentes são conhecidos por seus efeitos antioxidantes e antifúngicos, enquanto os ácidos resínicos contribuem para suas propriedades anti-inflamatórias e cicatrizantes. (Santiago et al., 2025).

13

Atividade antimicrobiana da oleorresina de *Copaifera spp.*

Observa-se o uso tradicional da oleorresina de *Copaifera spp.* na história antes mesmo da época colonial, espelhando a contribuição do conhecimento produzido por etnias indígenas, africanas e comunidades tradicionais (Lima et al., 2021; Rosa; Da Silva Gomes, 2009).

O óleo resinoso do tronco da *Copaifera spp.* é conhecido por seus efeitos cicatrizantes, antipsoriáticos, anti-genotóxicos e capacidade antioxidante, além do extrato das folhas que também contém polifenóis com propriedades antioxidantes e antitumorais (Batista et al., 2015). Segundo a Azevedo et al. (2004) e Agra et al. (2007; 2008), as indicações etnofarmacológicas mais usuais do óleo de *Copaifera spp.* são: a) para as vias urinárias, como antiblenorrágico, antiinflamatório, antigonorréico, antisséptico, estimulante e no tratamento de cistite, incontinência urinária e sífilis; b) para as vias respiratórias, antiasmático e expectorante, no tratamento de bronquite, inflamação da garganta, hemoptise, pneumonia e sinusite; c) para as infecções da derme e mucosa, como dermatites, eczemas, psoríases e ferimentos; d) para úlceras e feridas do útero e) outras finalidades, como afrodisíaco, antitetânico, anti-reumático, anti-

herpético, anticancerígeno, antitumoral (tumores de próstata), no tratamento de leishmaniose e da leucorréia, contra paralisia, dores de cabeça e picadas de cobra (Mendonça; Onofre, 2009).

Atualmente, produtos fitoterápicos derivados do óleo de *Copaifera spp.* podem ser encontrados em mercados e farmácias em diversos países, associados a uma grande variedade de aplicações (Campos et al., 2017; Maurmann et al., 2022). As propriedades antimicrobianas da oleorresina de *Copaifera spp.* são apresentadas na Tabela 8.

Tabela 8 - Propriedades antimicrobianas encontradas em diferentes espécies de *Copaifera*.

Espécie	Atividade	Microrganismo	Referência
<i>Copaifera spp.</i>	Antibacteriana	<i>Escherichia coli</i> ; <i>Staphylococcus aureus</i>	Pereira et al. (2018)
<i>Copaifera officinalis</i> e <i>Copaifera langsdorffii</i>	Antibacteriana	<i>Escherichia coli</i> ; <i>Pseudomonas aeruginosa</i> ; <i>Shigella flexneri</i> ,	Pieri et al. (2011)
<i>Copaifera multijuga</i> Hayne	Antibacteriana	<i>Escherichia coli</i> ; <i>Pseudomonas aeruginosa</i> ; <i>Staphylococcus aureus</i>	Mendonça e Onofre (2009)
<i>Copaifera spp.</i>	Antibacteriana	<i>Bacillus subtilis</i> ; <i>Staphylococcus aureus</i> .	Rodrigues et al. (2020)
<i>Copaifera langsdorffii</i>	Antibacteriana	<i>Paracoccidioides lutzii</i> ; <i>Paracoccidioides brasiliensis</i> ; <i>Paracoccidioides americanus</i>	Silva et al. (2019)
<i>Copaifera pubiflora</i>	Antifúngica	<i>Sclerotinia sclerotiorum</i> ; <i>Colletotrichum gloeosporioides</i> ; <i>Colletotrichum acutatum</i> .	Menezes Filho e Castro (2020)
<i>Copaifera multijuga</i> Hayne	Antifúngica	<i>Aspergillus spp.</i> ; <i>Candida spp.</i>	Deus et al. (2011)
<i>Copaifera reticulata</i>	Antimicrobiana	<i>Enterococcus faecium</i> ; <i>Staphylococcus aureus</i> ; <i>Trichophyton rubrum</i> ; <i>Trichophyton mentagrophytes</i> .	Pfeifer Barbosa et al. (2019)

Fonte: Lima; Ferreira; Philippsen (2026).

Calotropis procera

Calotropis procera (Aiton) Dryand. (*Calotropis procera*) é um arbusto perene de madeira macia, pertencente à família Apocynaceae e subfamília Asclepiadaceae (família das asclépias) (Kaur et al., 2021). A palavra “Calotropis” deriva do grego e significa “bonito”, referindo-se às suas flores; enquanto “procera” é uma palavra latina que se refere à cera cuticular presente em suas folhas e caule (Hassan et al., 2015; Kaur et al., 2021).

É encontrada em ambientes de climas quentes, solos secos, arenosos e alcalinos (Dogara, 2023; Usman et al., 2020), amplamente distribuído na Ásia, América e África (Azhar et al., 2014; Batool et al., 2020).

Neste contexto, *Calotropis procera* foi introduzida em diversas partes do mundo fora de sua área de distribuição nativa (Ásia e África). Devido, sua capacidade de adaptações morfofisiológicas e tolerância a uma ampla condição ambientais permitiram sua naturalização em diversos habitats. Como consequência é considerada uma erva daninha invasora (Cabi, 2021), encontrada em aterros sanitários, terrenos abandonados, áreas degradadas, valas à beira da estrada e dunas de areia (Dogara, 2023; Usman et al., 2020).

No território brasileiro é encontrada nos estados do Norte (Amazonas, Amapá, Pará, Tocantins), Nordeste (Alagoas, Bahia, Ceará, Maranhão, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Rio Grande do Norte, Sergipe), Centro-Oeste (Distrito Federal, Goiás, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso) e Sudeste (Espírito Santo, Minas Gerais, Rio de Janeiro, São Paulo) (Reflora, 2025). Tendo recebido inúmeras denominações populares, de acordo com a localidade onde se desenvolve, como Flor de Seda, Algodão de Seda, Algodão da Praia, Leiteira, Paina-de-pó, Paina-de-Seda, Saco-de-Velho, Queimadeira, Pé-de-Balão, Janaúba e Ciúme (Belfort et al., 2022; Souto et al., 2008).

Diversas atividades econômicas são atribuídas à utilização dessa espécie, como produção de forragem, fabricação de tecidos, extração de madeira para lenha e aplicações medicinais, além da utilização de sementes como matéria-prima para a produção de biodiesel (Bento et al., 2015)

Caracterização botânica de *Calotropis procera*

A *Calotropis procera* é um arbusto de porte ereto que pode atingir até 3,5 metros de altura. Possui um sistema radicular bem desenvolvido e profundo, com uma raiz principal do tipo pivotante e poucas raízes laterais. Geralmente, na parte superior das plantas jovens, encontram-se ramos, folhas e frutos. As folhas se estendem por todo o comprimento da planta, embora as folhas inferiores tendem a cair com o tempo. Suas folhas são simples, sem pecíolo, com uma coloração verde-clara. A planta produz inflorescências em pedúnculos que contêm flores hermafroditas de cor roxa. Seus frutos são folículos inflados e globosos cobertos de cera, e eles contêm sementes ovóides com filamentos sedosos, que são prateados ou brancos na extremidade. Além disso, uma característica distintiva dessa planta é que, ao cortar o caule ou

as folhas, é possível observar um fluxo notável de seiva branca na casca (Costa et al., 2009; Freitas, 2023).

Segundo Kaur et al. (2021), em relação à sua reprodução, a floração ocorre ao longo de todo o ano e a polinização é realizada por insetos, principalmente abelhas e borboletas. A frutificação é mais restrita aos meses mais quentes, quando os polinizadores são mais abundantes. As sementes são dispersas pelo vento e pela água, podendo também, ocasionalmente, ser dispersas por pássaros e outros animais. Ademais, a planta apresenta propagação vegetativa por meio de rebentos radiculares e capacidade de regeneração a partir de caules e raízes cortados ou quebrados.

Composição química do óleo e extrato de *Calotropis procera*

A planta inteira de *Calotropis procera* contém α e β -amirina, giganteol, gigantina, teraxasterol e β -sitosterol isogiganteol. Esta planta produz um grande número de metabólitos secundários, incluindo numerosos flavonoides, triterpenos, glicosídeos cardíacos e esteróis (tabela 9) (Abo-Elyousr; Ali; Sallam, 2023). Diante disso, os metabólitos secundários e os compostos cardiotônicos encontrados em *Calotropis procera* são responsáveis pelas propriedades terapêuticas da planta (Saddiq et al., 2020).

Tabela 9 - Perfil químico do óleo e extrato de *Calotropis procera*.

Material analisado	Classes químicas predominantes	Principais compostos identificados	Observações	Referências
Óleo essencial	Monoterpenos (60,4%), sesquiterpenos (15,67%) e outros compostos (23,81%)	Monoterpenos: terpineno, dodecanal, mentha-2,4,8-diene, para decanal-4Z (8,48%), (E)- β -ocimeno (2,42%), limoneno (1,73%), linalool propanoato (1,73%), verbenol (cis) (1,07%); Sesquiterpenos: δ -elemene, α -guaiene, β -guaiene, β -copaene	γ -Compostos principais são os (5,53%), monoterpenos (5,95%), para decanal-4Z (8,48%), (E)- β -ocimeno (2,42%), limoneno (1,73%), linalool propanoato (1,73%), verbenol (cis) (1,07%);	Dogara et al. (2023)
Planta (revisão geral)	Cardenolídeos, esteroides, triterpenos, flavonoides, lignanas, terpenos e compostos glicosilados	Cardenolídeos: calactina, calotropina, uscharina, uzarigenina, derivados de digitoxina; Esteroides/triterpenos: procesterol, stigmasterol, β -	Evidencia elevada diversidade química de potencial bioativo	Singh et al. (2024)

		sitosterol, taraxasterol; Flavonoides: quercetina, isorhamnetina, kaempferol, rutina; Lignanas: derivados do pinoresinol
Látex, flores e casca da raiz	Cardenolídeos, proteínas, flavonoides e ésteres	Látex: calotropina, Compostos calotoxina, uscarina, conformes calactina, voruscarina, a uzarigenina, propriedades procerosídeo, tripsina; farmacológicas Flores: flavonoides; Casca da raiz: éster de calotropoleanil, proceroleanenol

Fonte: Lima; Ferreira; Philippsen (2026).

Atividade antimicrobiana do óleo e extrato de *Calotropis procera*

As propriedades medicinais da planta são reconhecidas há muito tempo, e suas partes têm sido usadas para tratar uma ampla gama de doenças, incluindo reumatismo, espasmos musculares dolorosos, febre, disenteria, diabetes, malária, asma e muito mais (Dogara, 2023). Além disso, as propriedades antibacterianas e antifúngicas de *Calotropis procera* são bem documentadas, Tabela 10 (Falana; Nurudeen, 2020; Gajare et al., 2012; Kareem et al., 2008; Meena et al., 2010).

17

Apesar do uso tradicional, estudos relatam que a *Calotropis procera* pode causar toxicidade aguda em diversas células vegetais e animais, incluindo seres humanos. Desse modo, diferentes partes da planta, particularmente o látex, são, portanto, testadas contra várias linhagens de células cancerígenas (Kaur et al., 2021).

Tabela 10 - Propriedades antibacterianas e antifúngicas presente em *Calotropis procera*.

Material	Microrganismos	Principais resultados	Referências
Extrato metanólico das folhas	<i>Escherichia coli</i> (Gram-)	Maior zona de inibição observada com o extrato metanólico, indicando atividade antibacteriana significativa contra <i>Escherichia coli</i>	Bashyal et al. (2017)

Nanopartículas de magnetita sintetizadas com extrato de <i>Calotropis procera</i>	<i>Escherichia coli</i> (Gram–); <i>Klebsiella pneumoniae</i> (Gram–); <i>Staphylococcus aureus</i> (Gram+); <i>Bacillus subtilis</i> (Gram+); <i>Aspergillus niger</i> (Fungo); <i>Fusarium oxysporum</i> (Fungo)	Atividade de inibição do crescimento dos microrganismos testado, exceto <i>Escherichia coli</i>	Kalu et al. (2022)
Extrato aquoso	<i>Staphylococcus aureus</i> (Gram+); <i>Staphylococcus epidermidis</i> (Gram+); <i>Listeria monocytogenes</i> (Gram+); <i>Bacillus cereus</i> (Gram+); <i>Escherichia coli</i> (Gram–)	Maior eficácia frente a <i>Staphylococcus aureus</i> (2023)	Nejhad et al.
Óleos essenciais (amostras da Arábia Saudita e Egito)	<i>Staphylococcus aureus</i> (Gram+); <i>Staphylococcus pyogenes</i> (Gram+); <i>Staphylococcus epidermidis</i> (Gram+); <i>Salmonella typhi</i> (Gram–); <i>Escherichia coli</i> (Gram–); <i>Shigella spp.</i> (Gram–); <i>Pseudomonas aeruginosa</i> (Gram–); <i>Trichophyton shoenlenii</i> (Fungo); <i>Aspergillus fumigatus</i> (Fungo)	Potencial antimicrobiano significativo contra as bactérias e fungos testados.	Al-Rowaily et al. (2020)
Extrato (não identificado)	<i>Pseudomonas marginalis</i> (Gram–); <i>Streptococcus mutans</i> (Gram+)	Atividade significativa moderada contra os patógenos avaliados.	Vadlapudi et al. (2012)
Extratos das folhas sob diferentes solventes	<i>Candida albicans</i> (Fungo); <i>Staphylococcus aureus</i> (Gram+); <i>Escherichia coli</i> (Gram–)	Amplo espectro antimicrobiano, com atividades bacteriostática, fungistática e bactericida de forma dose-dependente.	Falana e Nurudeen (2020)
Proteínas laticíferas solúveis	<i>Streptococcus pyogenes</i> (Gram+); <i>Staphylococcus aureus</i> (Gram+); <i>Escherichia coli</i> (Gram–); <i>Pseudomonas aeruginosa</i> (Gram–); <i>Candida albicans</i> (Fungo)	Ação inibitória observada para todas as cepas testadas.	Saher et al. (2023)
Extratos etanólicos da raiz e do caule	<i>Pseudomonas aeruginosa</i> (Gram–); <i>Salmonella typhi</i> (Gram–); <i>Bacillus thuringiensis</i> (Gram+); <i>Bacillus anthracis</i> (Gram+); <i>Aspergillus fumigatus</i> (Fungo); <i>Candida vaginitis</i> (Fungo); <i>Cryptococcus neoformans</i> (Fungo); <i>Candida albicans</i> (Fungo); <i>Blastomyces dermatitidis</i> (Fungo); <i>Chlamydia pneumoniae</i> (bactéria atípica)	Extrato do caule com elevada eficácia contra cepas multirresistentes.	Panchal; Singh (2015)

Fonte: Lima; Ferreira; Philippsen (2026).

Mecanismos de ação envolvidos na atividade antimicrobiana dos óleos essenciais

A maioria dos óleos essenciais provavelmente exerce efeitos antimicrobianos por meio da interação com a estrutura da parede celular e da membrana plasmática bacteriana, promovendo desnaturação e coagulação de proteínas, além de alterar a permeabilidade da membrana. Essas alterações podem resultar na interrupção de processos vitais da célula, como transporte de elétrons, translocação de proteínas, fosforilação e outras reações metabólicas, levando à perda do controle quimiosmótico e, consequentemente, à morte celular (Geromini et al., 2012; Monteiro, 2017).

Outro mecanismo está relacionado à natureza hidrofóbica dos constituintes dos óleos essenciais, que favorece sua interação com os lipídios da membrana celular, alterando sua organização estrutural, aumentando a fluidez e a permeabilidade e promovendo o extravasamento de íons e componentes citoplasmáticos. Além dos óleos essenciais, na forma não ionizada, podem se difundir pela membrana citoplasmática e atingir o interior da célula, ocorrendo dissociação e liberação de próton, contribuindo para a acidificação do citoplasma e a desorganização de processos metabólicos essenciais (Duarte, 2017).

Corroborando esses mecanismos, Mehidi et al. (2024) avaliaram compostos de óleos essenciais frente à *Escherichia coli*, modelo de bactéria Gram-negativa, e observaram que após 5 horas de incubação em pH 7, o citral, α -terpineol, acetato de α -terpinila, linalol e carvacrol inibiram significativamente o crescimento bacteriano, causando danos tanto à membrana citoplasmática quanto à membrana externa. Outros hidrocarbonetos como limoneno, timol, p-cimeno e 1,8-cineol induziram danos subletais menos severos, comprovando que diferentes constituintes apresentam distintos níveis de atividade antimicrobiana.

Considerando a variada gama de substâncias químicas presentes nos óleos essenciais, é natural que a atividade antimicrobiana não seja mediada por um único mecanismo específico, havendo sinergia entre os modos de ação encontrados nos diversos compostos (Burt, 2004; Duarte, 2017; Zago et al., 2009). Nesse contexto, Chaftar et al. (2016) demonstraram que óleos essenciais obtidos por diferentes métodos de extração, bem como produtos comercializados, apresentam mecanismos de ação e potências antimicrobianas distintas, indicando que tanto a composição química quanto o processo de obtenção influenciam diretamente o potencial biológico dos óleos. Outrossim, a combinação entre diferentes óleos essenciais sugere um efeito sinérgico potencializando os efeitos antimicrobianos.

Neste contexto, os óleos e extratos de *Carapa guianensis*, *Copaifera spp.* e *Calotropis procera* possuem composição fitoquímica distantes o que possibilita não só mecanismos de ação contra diferentes microrganismos, como também o espectro. Sendo assim, na tabela II é possível observar que a *Calotropis procera* está associada a um espectro mais amplo, a *Carapa guianensis* é efetiva principalmente contra bactérias Gram-positivas e a *Copaifera spp.* varia conforme espécie e composição química

Tabela II - Comparação do espectro dos óleos e extratos de *Carapa guianensis*, *Copaifera spp.* e *Calotropis procera* conforme a literatura.

Planta	Parte	Principais compostos citados	Principais microrganismos sensíveis
<i>Carapa guianensis</i>	Óleo das sementes; extratos de fruto e folhas	Ácidos graxos e limonoides	<i>Staphylococcus aureus</i> ; <i>Enterococcus faecalis</i> ; <i>Listeria monocytogenes</i> ; <i>Escherichia coli</i> ; <i>Pseudomonas aeruginosa</i> ; <i>Candida spp.</i>
<i>Copaifera spp.</i>	Oleoresina de tronco	Sesquiterpenos e diterpenos	<i>Staphylococcus aureus</i> ; <i>Escherichia coli</i> ; <i>Pseudomonas aeruginosa</i> ; <i>Shigella flexneri</i>
<i>Calotropis procera</i>	Óleo/extratos de folhas, caule, raiz e látex	Terpenoides e compostos fenólicos,	<i>Staphylococcus aureus</i> ; <i>Staphylococcus pyogenes</i> ; <i>Escherichia coli</i> ; <i>Pseudomonas aeruginosa</i> ; <i>Salmonella typhi</i> ; <i>Candida spp.</i> , <i>Aspergillus fumigatus</i>

Fonte: Lima; Ferreira; Philippsen (2026).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com os estudos analisados, os aspectos botânicos auxiliam na identificação correta das espécies e na compreensão das partes da planta que contém o óleo ou extrato com propriedades medicinais. Nesse sentido, os óleos e extratos de *Carapa guianensis*, *Copaifera spp.* e *Calotropis procera* possuem diversidade fitoquímica com a presença de compostos como ácidos graxos, terpenoides e outros metabólitos secundários os quais têm sido associados a atividade antimicrobiana, em especial frente às bactérias Gram-positivas devido possivelmente a estrutura da composição de membrana celular desses microrganismos.

Apesar de existirem estudos que comprovam suas propriedades antimicrobianas, é notória a lacuna científica acerca de quais compostos possuem tal atividade, visto que, em sua

maioria, os efeitos antimicrobianos são atribuídos à sinergia entre os componentes cuja composição varia intra e interespecificamente, além de depender do método de extração, da parte da planta utilizada e da concentração aplicada dificultando a padronização dos óleos.

Outro aspecto, a falta de padronização na dosagem, escassez de estudos *in vivo* e teste de toxicidade compromete na segurança do uso dos óleos como fitoterápicos, tornando-se necessário a avaliação das concentrações e doses utilizadas, de modo a assegurar a eficácia da atividade antimicrobiana e a segurança para uso em humanos e animais, em especial no caso de *Calotropis procera*, devido aos relatos na literatura de elevada toxicidade.

Desse modo, conclui-se que os óleos e extratos de *Carapa guianensis*, *Copaifera spp.* e *Calotropis procera*, apresentam propriedades antimicrobianas eficientes frente a diversos patógenos relatados na literatura, sendo considerados fontes promissoras de compostos bioativos com potencial aplicação nos setores farmacêutico, cosmético e veterinária.

REFERÊNCIAS

AHMAD, N. A., et al. Identification of phytochemical, antioxidant, anticancer and antimicrobial potential of *Calotropis procera* leaf aqueous extract. *Scientific Reports*, 2023; 13(1). DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-023-42086-1>.

AL-ROWAILY, S. L., et al. Essential oil of *Calotropis procera*: comparative chemical profiles, antimicrobial activity, and allelopathic potential on weeds. *Molecules*, 2020; 25(21). DOI: <https://doi.org/10.3390/molecules2521203>.

ALVES, W. F., et al. Características físico-químicas de óleos essenciais de plantas da região do Vale do Juruá. *Enciclopédia Biosfera*, 2015; 11(22). DOI: https://doi.org/10.18677/enciclopedia_biosfera_2015_107.

APARECIDA SILVA LIMA, C., et al. Atualizações sobre as propriedades medicinais do óleo de copaíba (*Copaifera spp.*): uma revisão bibliográfica. *Uniciências*, 2021; 25(2): 100–106. DOI: <https://doi.org/10.17921/1415-5141.2021v25n2p100-106>.

ARRUDA, C., et al. Occurrence, chemical composition, biological activities and analytical methods on *Copaifera* genus: a review. *Biomedicine and Pharmacotherapy*, 2019; 109. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biopha.2018.10.030>.

BASHYAL, S., et al. Preliminary phytochemical testing and antimicrobial activity of *Calotropis procera*. *International Journal of Trend in Scientific Research and Development*, 2017; 2(1): 926–930.

BATOOL, H., et al. A review on *Calotropis procera*: its phytochemistry and traditional uses. *Big Data in Agriculture*, 2020; 2(2). DOI: <https://doi.org/10.26480/bda.02.2020.56.58>.

BORGES DE MOURA AQUINO, V., et al. Physical and mechanical characterization of *Copaifera* sp. wood specie. *International Journal of Materials Engineering*, 2018; 8(3). DOI: <https://doi.org/10.5923/j.ijme.20180803.03>.

CARDINELLI, C. C., et al. Toxicological effects of copaiba oil (*Copaifera* spp.) and its active components. *Plants*, 2023; 12(5). DOI: <https://doi.org/10.3390/plants12051054>.

CHAFTAR, N., et al. Comparative evaluation of the antimicrobial activity of 19 essential oils. *Advances in Experimental Medicine and Biology*, 2016; 901. DOI: https://doi.org/10.1007/5584_2015_5011.

COLOMBO, B. C., et al. Tolerância à secagem e longevidade em sementes de flor-de-seda (*Calotropis procera*). *RECIMA21*, 2022; 3(2). DOI: <https://doi.org/10.47820/recima21.v3i2.1105>.

COSTA NETO, I. R., et al. Medicinal use of *Carapa guianensis* (andiroba): an integrative review. In: *Developing health: the intersection of science and practice*. Seven Editora; 2024. DOI: <https://doi.org/10.56238/sevened2024.039-002>.

DEUS, R. J. A.; ALVES, C. N.; ARRUDA, M. S. P. Avaliação do efeito antifúngico do óleo-resina e do óleo essencial de copaíba (*Copaifera multijuga* Hayne). *Revista Brasileira de Plantas Medicinais*, 2011; (1).

DOGARA, A. M. A systematic review on the biological evaluation of *Calotropis procera*. *Future Journal of Pharmaceutical Sciences*, 2023; 9(1). DOI: <https://doi.org/10.1186/s43094-023-00467-3>.

DOGARA, A. M., et al. Essential oil composition of *Calotropis procera*. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 2023; 1262(5). DOI: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1262/5/052009>.

DOS REIS, A. S.; SANTOS, A. S. Relevances of ethnobotanical, chemical and biotechnological aspects of andiroba (*Carapa* spp.). *Revista de Gestão Social e Ambiental*, 2024; 18(2). DOI: <https://doi.org/10.24857/rgsa.v18n2-037>.

DUARTE, D. V. L. Feed efficiency of dairy cows fed amylase with monensin or a blend of essential oils. *Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Lavras, Lavras*, 2017.

FALANA, M. B.; NURUDEEN, Q. O. Evaluation of phytochemical constituents and in vitro antimicrobial activities of *Calotropis procera*. *Notulae Scientia Biologicae*, 2020; 12(2). DOI: <https://doi.org/10.15835/NSB12210699>.

FERREIRA, E. S., et al. Natural polymeric membranes with chitosan, banana peel extract and andiroba oil. *Polymers*, 2022; 14. DOI: <https://doi.org/10.3390/polym14061105>.

FRAZÃO, D., et al. Biological activities of *Copaifera* spp.: scientometric review. *Frontiers in Pharmacology*, 2023; 14. DOI: <https://doi.org/10.3389/fphar.2023.1215437>.

FREITAS, L. M. D. Produção de flor-de-seda (*Calotropis procera*) no semiárido nordestino com adubação orgânica e diferentes espaçamentos. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Federal de Campina Grande, Pombal, 2023.

GENESI, B. P., et al. Aloe vera and copaiba oleoresin-loaded chitosan films. *International Journal of Pharmaceutics*, 2023; 634. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijpharm.2023.122648>.

KAUR, A., et al. Botanical, ecological and economic perspectives of *Calotropis procera*. *Frontiers in Plant Science*, 2021; 12. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpls.2021.690806>.

KALU, A. O., et al. Magnetite nanoparticles synthesized using *Calotropis procera*. *Nano Express*, 2022; 3(4). DOI: <https://doi.org/10.1088/2632-959X/aca925>.

LIMA, M. C. F., et al. Controle de qualidade de óleos de copaíba por HPTLC. *Química Nova*, 2020; 43(7).

MAURMANN, N., et al. Chemical composition of copaiba oil and effects on stem cells. *Revista de Medicina (São Paulo)*, 2022; 101(5). DOI: <https://doi.org/10.11606/issn.1679-9836.v101i5e-185868>.

MEHIDI, I. N., et al. Antimicrobial properties of essential oil constituents. *Molecules*, 2024; 29(17). DOI: <https://doi.org/10.3390/molecules29174119>.

MELO, K. M., et al. Andiroba oil reduces lesion severity in mice. *Biomedicine and Pharmacotherapy*, 2021; 138. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biopha.2021.111505>.

MILHOMEM-PAIXÃO, S. S. R., et al. Lipidome and toxicity of andiroba oil. *Genetics and Molecular Biology*, 2016; 39(2).

NASCIMENTO, M. E. Caracterização anatômica e óleos essenciais de *Copaifera langsdorffii*. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2010.

NOVELLO, Z., et al. Andiroba seeds oil extraction. *Industrial Crops and Products*, 2015; 76. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2015.07.075>.

NUNES, R. B. B., et al. Ação antimicrobiana do extrato da folha e fruto da andiroba (*Carapa guianensis* L.). *Lumen et Virtus*, 2025a; 16(46): 2526–2539. DOI: <https://doi.org/10.56238/levv16n46-064>.

NUNES, R. B. B., et al. Avaliação comparativa do potencial antifúngico dos extratos da *Carapa guianensis* e *Carapa procera* frente a espécies de *Candida*. *Aracê*, 2025b; 7(5). DOI: <https://doi.org/10.56238/arev7n5-124>.

PANCHAL, P. K.; SINGH, K. Antimicrobial activity of *Withania somnifera* and *Calotropis procera* on pathogenic strains. *International Journal of Current Pharmaceutical Research*, 2015; 7(4): 76–78.

PEREIRA DA SILVA, V., et al. Bioactive limonoids from *Carapa guianensis*. *Current Research in Toxicology*, 2023; 4. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.crtox.2023.100104>.

PFEIFER BARBOSA, A. L., et al. Antimicrobial and cytotoxic effects of *Copaifera reticulata*. *Journal of Ethnopharmacology*, 2019; 233. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jep.2018.11.029>.

PIERI, F. A.; MUSSI, M. C.; MOREIRA, M. A. S. Óleo de copaíba: histórico e propriedades. *Revista Brasileira de Plantas Medicinais*, 2009; 11(4): 465–472.

PIERI, F. A., et al. Antimicrobial profile of *Copaifera* oils. *Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 2012; 64(1): 241–244.

RODRIGUES, G. M., et al. Antimicrobial activity of copaiba oil in films. *Polymers*, 2020; 12(12). DOI: <https://doi.org/10.3390/polym12122883>.

SADDIQ, A. A., et al. Antimicrobial and antigenotoxicity of *Calotropis procera*. *Molecules*, 2022; 27(10). DOI: <https://doi.org/10.3390/molecules27103123>.

SAHER, U., et al. Laticifer proteins from *Calotropis procera*. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 2023; 30(6). DOI: <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2023.103659>.

SANTIAGO, P.; SANTIAGO, S.; CUNHA, A. C. Scientific prospecting of medicinal plants in Amazonas. *Revista DELOS*, 2025; 18(63).

SANTOS COSTA, A. C. Atividade antimicrobiana da membrana de quitosana associada ao óleo de andiroba. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Pará, Belém, 2023.

24

SILVA, L. R. Perfil dos ácidos graxos do óleo da andiroba. *Nativa*, 2018; 6(2). DOI: <https://doi.org/10.31413/nativa.v6i2.4729>.

SILVA, P. Diversidade genética em copaibeiras e pequizeiros por ISSR. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Montes Claros, 2024.

SOARES, A. S., et al. Therapeutic effects of andiroba oil on oral mucositis. *Journal of Ethnopharmacology*, 2021; 264. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jep.2020.113365>.

SOUZA, R. L.; MESQUITA, M. F. R.; ALVES, A. W. F. Atividade antifúngica de óleos de andiroba e copaíba. *Scientia Naturalis*, 2019; (1).

VEIGA JUNIOR, V. F.; PINTO, A. C. O gênero *Copaifera* L. *Química Nova*, 2002; 25(2).

VADLAPUDI, V., et al. Antimicrobial profile of *Calotropis procera*. *Indian Journal of Science and Technology*, 2012; 5(8). DOI: <https://doi.org/10.17485/ijst/2012/v5i8.25>.